



TITLE:

Method for detection of corrosion-induced loss of cross-section of prestressing steel based on magnetic flux leakage with residual magnetization(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Artur, Sagradyan

CITATION:

Artur, Sagradyan. Method for detection of corrosion-induced loss of cross-section of prestressing steel based on magnetic flux leakage with residual magnetization. 京都大学, 2017, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2017-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k20326>

RIGHT:

(続紙 1)

京都大学	博士（社会基盤工学）	氏名	Artur Sagradyan
論文題目	Method for detection of corrosion-induced loss of cross-section of prestressing steel based on magnetic flux leakage with residual magnetization （漏洩磁束法による腐食した PC 鋼材の断面減少の検知手法）		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>The objective of this study is development of the method for detection of corrosion of prestressing steel of PC structures using Magnetic Flux Leakage (hereinafter, MFL) testing device with permanent magnet for magnetization. The developed method must be sensitive enough to enable to detect corrosion of prestressing steel prior to its rupture due to corrosion-induced loss of cross-section.</p> <p>The study is divided into 8 Chapters.</p> <p>Chapter 1 discusses the background of the problem of corrosion of prestressing steel in PC structures and main methods of NDT used for its detection nowadays.</p> <p>Chapter 2 focuses on analysis of literature on theoretical principles of MFL method, history of the method and studies on application of MFL method for detection of corrosion of prestressing steel.</p> <p>Chapter 3 presents information about works carried out during the process of development of the proposed method.</p> <p>Chapter 4 contains FEM simulation methodology and results for various cases of distribution of prestressing steel, as well as on simulation of various cases of loss of cross-section of prestressing steel.</p> <p>Chapter 5 discusses the results of laboratory experiments, which aim was to experimentally verify capability of the proposed method of MFL testing to detect loss of cross-section under the various conditions. The experimental results allowed to conclude that proposed method of MFL testing shows good capability to detect loss of cross-section (and loss of weight), and detection of loss of cross-section of 10-15% is provided.</p> <p>Chapter 6 discusses the results of experimental verification of the proposed MFL method in field conditions using large-size specimens simulating PC girder were reported. The results allowed to conclude that the proposed method of MFL testing is capable to detect loss of prestressing steel's cross-section of 25% in field condition for large-scale specimens.</p>			

京都大学	博士（社会基盤工学）	氏名	Artur Sagradyan
<p>Chapter 7 shows the procedure of regular inspection of PC structures using the proposed method of MFL testing, as well as division of level of deterioration of PC structures according to ΔS parameter. In particular, in the proposed division $20\% \leq \Delta S < 26.7\%$ was considered high level of deterioration and $\Delta S \geq 26.7\%$ was considered very high level of deterioration, which corresponded to 10-15% loss of cross-section and >15% loss of cross-section respectively.</p> <p>Chapter 8 summarizes this study. As the result of the presented study, the method for detection of corrosion-induced loss of cross-section of prestressing steel of PC structures using MFL testing device with permanent magnet for magnetization is developed. The method demonstrated capability to reliably detect loss of cross-section of 10-15% and more, which allows to detect loss of cross-section of the prestressing steel prior to rupture. The main points of the proposed method showed good agreement with the results of the carried out FEM simulation, as well as with the results of the previous studies on the topic. It was experimentally established that the proposed method have good repeatability of the results in both laboratory and field conditions. It was experimentally established that influence of concrete, stirrups, sheath and adjacent reinforcement on the proposed method of MFL testing exists, but it doesn't prevent detection of loss of cross-section. On the basis of the experimental and analytical data procedure for regular inspection of PC structures and classification of levels of deterioration on the basis of loss of cross-section was proposed.</p>			

(論文審査の結果の要旨)

インフラの維持管理上の重要な技術的課題として、ポストテンション方式プレストレストコンクリート (PC) 構造物の安全性に直接関係する PC 鋼材の腐食および破断の問題がある。本論文は、非破壊試験の漏洩磁束法を用いて、破断に至る前の腐食に起因する PC 鋼材断面減少を検知する手法を確立することを目的として研究した成果についてまとめたものである。

得られた主な成果は次のとおりである。

1. PC 構造物中 PC 鋼材の永久磁石による磁化を利用した漏洩磁束法を用い、本研究で提案されている測定手法を採用することで、10～15%以上の断面減少となった PC 鋼材の腐食を高い確度で検知でき、PC 鋼材が破断に至る前に検出可能であることを示している。
2. 提案手法で PC 鋼材の腐食を検知できるとした実験結果は、理論的根拠に基づく数値解析で再現できることを明らかにしている。また、これらの結果は、電磁石利用の既往の研究結果ともよい一致を示している。
3. 実際の PC 構造物で PC 鋼材以外に存在する構成要素について、コンクリート (かぶり)、スターラップ、シースおよび並列 PC 鋼材の有無を要因に、漏洩磁束測定結果に与える影響を検討している。その結果、ある腐食量以上の PC 鋼材の断面減少を把握することを対象とすれば、いずれの要因も影響は小さいことを明らかにしている。
4. 実際の PC 桁を想定した実規模 PC 供試体に対して提案手法を適用した結果、実験室での検討と同じく PC 鋼材の断面減少を検知できたとしており、本提案手法が実用上適用可能なものであることを明らかにしている。
5. 実験的および解析的検討の結果をまとめ、本提案手法を実際の PC 構造物に適用するにあたっての他の非破壊試験手法も交えた効果的な手順を整理するとともに、漏洩磁束密度に関係する指標をもとに PC 鋼材の断面減少レベルに応じた劣化程度の区分を提案している。

以上をまとめると、本論文は、PC 構造物の安全性の観点で喫緊の課題となっている PC 鋼材の腐食の検知手法として漏洩磁束法が有用な手法であることを示したものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 29 年 1 月 23 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。